

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS
- CAMPUS SÃO JOÃO EVANGELISTA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM SILVICULTURA**

**DIEGO DE OLIVEIRA SILVA; JADIR VIEIRA DA SILVA; MARCO AURÉLIO
BARBOSA ALECRIM**

**ESTIMATIVA DAS PERDAS DE SOLO E ÁGUA POR EROSÃO HÍDRICA EM
FLORESTA EQUIÂNEA DE *EUCALIPTUS GRANDIS* X *EUCALIPTUS UROPHYLLA*
EM UM LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO DISTRÓFICO**

SÃO JOÃO EVANGELISTA – MG

NOVEMBRO DE 2009

**DIEGO DE OLIVEIRA SILVA; JADIR VEIRA DA SILVA; MARCO AURÉLIO
BARBOSA ALECRIM**

**ESTIMATIVA DAS PERDAS DE SOLO E ÁGUA POR EROSÃO HÍDRICA EM
FLORESTA EQUIÂNEA DE *EUCALIPTUS GRANDIS* X *EUCALIPTUS UROPHYLLA*
EM UM LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO DISTRÓFICO**

Monografia apresentada ao Curso Superior de Tecnologia em Silvicultura, como requisito parcial para obtenção do Título de Tecnólogo em Silvicultura, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - Campus São João Evangelista.

SÃO JOÃO EVANGELISTA – MG

NOVEMBRO DE 2009

A366d

ALECRIM, Marco Aurélio Barbosa;
Estimativa das perdas de solo e água por erosão hídrica em floresta equiânea de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* em um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico./ Marco Aurélio Barbosa Alecrim; Diego de Oliveira Silva; Jadir Vieira da Silva. São João Evangelista, MG: IFMG – Campus São João Evangelista, 2009.
33p.

Trabalho de Conclusão do Curso (graduação) apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus São João Evangelista, Curso Superior de Tecnologia em Silvicultura, 2009.

Orientador: Claudionor Camilo da Costa.

1. Perda de solo. 2. Perda de água. 3. Erosão hídrica. I. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus São João Evangelista. Curso Superior de Tecnologia em Silvicultura. II. Título.

CDD 631.45

**ESTIMATIVA DAS PERDAS DE SOLO E ÁGUA POR EROSÃO HÍDRICA EM
FLORESTA EQUIÂNEA DE *EUCALIPTUS GRANDIS* X *EUCALIPTUS UROPHYLLA*
EM UM LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO DISTRÓFICO.**

**DIEGO DE OLIVEIRA SILVA; JADIR VEIRA DA SILVA; MARCO AURÉLIO
BARBOSA ALECRIM**

Aprovada em 06 de Novembro de 2009.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Claudionor Camilo da Costa – Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Minas Gerais – Campus São João Evangelista (Orientador).

Prof. Msc. José Roberto de Paula – Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Minas Gerais – Campus São João Evangelista.

Prof. Esp. Arnaldo Gomes Caixeta - Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Minas Gerais – Campus São João Evangelista.

A Deus, pelas
graças alcançadas
durante o curso.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradecemos a Deus, devemos tudo a ele, ele é o verdadeiro responsável por tudo que realizamos até aqui.

Aos nossos familiares, principalmente a nossos pais pelo esforço, dedicação e carinho atribuído a nós durante todos momentos de nossa vida.

Ao nosso orientador Claudionor Camilo da Costa, por todo conhecimento passado durante esse trabalho, além de sua excelente orientação.

A todos nossos professores deste instituto, que foram os grandes responsáveis pelos conhecimentos adquiridos durante essa jornada. Em especial o professor José Roberto e Robson que nos ajudaram na classificação do solo da área onde foi executada a pesquisa.

Ao professor João Luiz Lani da Universidade Federal de Viçosa que realizou a classificação do solo da área onde foi executada a pesquisa.

Aos nossos colegas de turma pelos três anos de convivência e aprendizado.

A instituição pela estrutura oferecida para execução da pesquisa.

Aos funcionários da instituição por todo suporte, em especial os que nos ajudaram na confecção e implantação da parcela no campo.

RESUMO

A erosão hídrica contribui de maneira importante na degradação do solo, e a cobertura vegetal é um dos importantes fatores que exercem influência na intensidade dessa erosão sobre o solo. Neste intuito, o presente trabalho objetivou avaliar as perdas de solo e água por erosão hídrica, sob chuva natural em floresta equiânea de eucalipto, relacionando-as com valores-limites de tolerância, em um Latossolo vermelho-amarelo distrófico. Foi instalada uma parcela-padrão no interior da floresta. A partir desta foram realizadas as coletas de água e solo, após cada chuva considerada erosiva. A perda de solo estimada apresentou valor médio de $0,5198 \text{ t ha}^{-1}$ por ano. A perda de água estimada foi de 16,73 mm por ano. Estes baixos valores encontrados mostram a sustentabilidade da floresta em estudo, no contexto de erosão hídrica, quando comparadas com o limite de tolerância de perda de solo e com outros resultados de pesquisas em mata nativa e solo descoberto.

Palavras – Chave: Erosão hídrica, Perdas de solo e água, floresta equiânea.

ABSTRACT

The hydric erosion intensively contributes to soil degradation. Vegetation cover is one of the most important factors that exercise an influence on the intensity of this soil erosion. On this way, this research aimed at evaluating the soil and water losses by hydric erosion under natural rainfall in even-aged eucalypt trees, relating them with losses limit amounts in Distrophic Red-Yellow Latosol. A standard plot was installed into the even-aged forest. So, water and soil collections were obtained after each erosive rainfall event. The estimated soil losses presented mean values of $0.5198 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{yr}^{-1}$. On the other hand, estimated water losses were about 16.73 mm.yr^{-1} . These low found values show its sustainability when compared with the limits of soil losses and with the values found in studies of water and soil losses in native forest.

Key - words: Hydric erosion, Soil and water losses, even-aged forest.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Foto da área da floresta de eucalipto em estudo.....	21
Figura 2: Desenho esquemático da parcela-padrão de coleta de água e solo.	22
Figura 3: Foto da parcela-padrão de coleta de água e solo, instalada no campo	23
Figura 4: Foto do pluviômetro de plástico instalado na proximidade da parcela	24
Figura 5: Precipitação pluviométrica (mm) considerada significativa, durante o período em estudo.....	25
Figura 6: Média mensal referente à relação da precipitação com o escoamento superficial.....	29
Figura 7: Média mensal referente à relação do volume de água infiltrada + evaporada e volume de água escoada (por hectare).	29

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Valores de perdas de solo ($t\ ha^{-1}$) por erosão hídrica, no período de Janeiro a Junho de 2009.	25
Tabela 2: Valores de perdas de água (mm) por erosão hídrica, no período de Janeiro a Junho de 2009	26
Tabela 3: Valores de escoamento superficial (%), de volume de água infiltrada mais evaporada por hectare (em litros) e do volume de água escoada por hectare (em litros), obtido em cada evento de chuva considerada significativa.	27

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1	A EROSÃO DO SOLO.....	12
2.2	TIPOS DE EROSÃO HÍDRICA DO SOLO.....	13
2.3	FATORES DETERMINANTES DA EROSÃO	13
2.4	MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA EROSÃO	15
2.5	PERDAS DE SOLO E ÁGUA POR EROSÃO HÍDRICA.....	16
2.6	EFEITOS CAUSADOS PELA EROSÃO HÍDRICA DO SOLO	18
3	METODOLOGIA	20
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA.....	20
3.2	MATERIAL E MÉTODOS	22
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
5	CONCLUSÃO	30
	REFERÊNCIAS	31

1 INTRODUÇÃO

A erosão hídrica do solo é um processo físico que ocorre naturalmente, devido à ação das águas das chuvas. Esse processo envolve a desagregação, transporte e deposição de partículas do solo. A erosão se torna mais intensa devido ao escoamento superficial influenciado pela declividade do terreno e se torna mais grave com a ação antrópica.

A desagregação é provocada pelo impacto direto das gotas da chuva sobre a superfície do solo, causando ruptura dos agregados do solo (erosão por embate). O transporte das partículas é causado quando o solo está saturado ou quando a intensidade da precipitação é superior a taxa de infiltração estável do solo, resultando no escoamento superficial do excesso de água, em áreas com declive. Consequentemente, o material transportado pela erosão se deposita em locais mais baixos, que podem ser depressões naturais do terreno ou reservatório de água, como rios, lagos, açudes, represas, dando final ao processo erosivo.

Além da ação das águas da chuva, a erosão hídrica é influenciada pelo tipo de solo, topografia, cobertura e manejo do solo e práticas conservacionistas. Dentre esses fatores se destacam a cobertura do solo e o manejo.

Áreas sem cobertura vegetal e fisicamente degradada, utilizadas em sistemas convencionais de preparo do solo, sofrem maior intensidade de erosão hídrica por ação da enxurrada, decorrentes da energia do impacto das gotas de chuva que desagregam e transporta as partículas do solo com maior facilidade. Já as áreas cobertas com resíduos vegetais, como nos sistemas conservacionista de preparo de solo, sofrem menor erosão hídrica. A cobertura vegetal superficial dissipa a energia da chuva e sem uma maior intensidade de enxurrada protege a superfície do arraste de partículas, com isso aumenta a infiltração da água no solo, diminui o escoamento superficial e consequentemente a erosão hídrica (GUANDAGNIN et al., 2005).

No Brasil, os métodos de preparo dos solos para plantios florestais se resumem em dois grandes grupos: o preparo convencional, que utiliza a gradagem e aração com grande perda de solo, e o cultivo mínimo. Neste último ocorre uma menor intervenção no solo, porque se efetua apenas o plantio em linhas, sem o revolvimento do mesmo.

Isto se deve à preocupação no sentido de que haja uma menor perda de solo, que resultará numa menor perda de nutrientes. Com a técnica de cultivo mínimo, consegue-se um aumento da eficiência dos plantios florestais e também de sua rentabilidade, reduzindo-se com gastos no uso de fertilizantes (PIRES et al., 2006).

É importante citar que a erosão é um fenômeno cujo impacto sobre os recursos naturais renováveis tem preocupado governos e instituições de todo o mundo. O enfoque principal deste fenômeno tem sido considerado uma ameaça à própria existência da humanidade. Essa ameaça tem contribuído para uma imediata necessidade de se quantificar e controlar, de forma racional as causas do processo erosivo. Essa demanda em se propor uma metodologia capaz de avaliar com precisão a estimativa das perdas de solo e água, tem resultado em um grande número de pesquisas. Dentre essas metodologias destaca-se o método da parcela padrão, ou seja, a coleta de uma fração de enxurrada. Segundo Bertoni (1949), é uma das mais utilizadas devido sua precisão na estimativa direta da quantidade de solo perdido por hectare e também por sua praticidade no campo.

O objetivo deste trabalho foi avaliar as perdas de solo e água por erosão hídrica, sob chuva natural em floresta equiânea de eucalipto, relacionando-as com valores-limites de tolerância, em um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A EROSÃO DO SOLO

A erosão é a forma mais importante de degradação do solo e a principal causa de esgotamento de nutrientes no solo, com implicações diretas sobre a produtividade agrícola ou florestal. Segundo Bahia et al. (1992) existem dois tipos de erosão: normal ou geológica, que é causada por fenômenos naturais tais como a chuva e o vento, que provocam contínuas mudanças na superfície terrestre e, a erosão acelerada ou simplesmente erosão, que é causada pela interferência do homem nesse processo de modificação da crosta terrestre podendo diminuir ou, como é mais comum, acelerar sua intensidade.

A erosão causada pela ação do vento denomina-se eólica e é muito comum em áreas áridas e semi-áridas, particularmente em solos com textura grosseira e cobertura vegetal limitada. Os sinais iniciais de erosão eólica incluem a deposição das partículas de areia ao redor de plantas formando pequenas rugas na superfície das áreas expostas, sendo que o extremo final são as clássicas estruturas dunares dos desertos de areia (ANTONANGELO, 2004).

O processo de erosão hídrica começa quando as gotas de chuva atingem a superfície do solo e destroem os agregados sendo constituído de três etapas: 1) desagregação das partículas de solo; 2) transporte das partículas desagregadas; 3) deposição deste material (BAHIA et al., 1992). Neste processo, fatores como o volume e a intensidade da chuva, cobertura do solo, tipo de solo, relevo, comprimento do declive e as práticas de cultivo, determinam se o risco de erosão é baixo, moderado ou severo. Além de diminuir o potencial de produção agrícola ou florestal do solo, os sedimentos gerados no processo erosivo causam a poluição de rios e riachos. Nos rios, o assoreamento dificulta a navegação fluvial e ainda provoca o acúmulo de resíduos e defensivos químicos. A presença de resíduos dificulta a captação e tratamento da água destinada ao abastecimento, além de prejudicar a flora e a fauna aquática e inviabilizar até mesmo a atividade pesqueira (BAHIA et al., 1992).

2.2 TIPOS DE EROSÃO HÍDRICA DO SOLO

Gonçalves et al.(2002) enumera três tipos principais de erosão: laminar, em sulcos e em voçorocas, sendo que os três podem ocorrer simultaneamente no mesmo terreno:

a) Erosão laminar: é caracterizada por remover camadas superficiais delgadas de solo devido ao fluxo de enxurrada. Arrasta primeiramente as partículas mais leves de solo (argila e silte) predominantemente em suspensão. Esta forma de erosão é de difícil percepção, sendo que, em estágios avançados além do abaixamento da superfície, podem-se observar áreas de coloração mais clara e afloramento de raízes das plantas perenes (BAHIA et al., 1992).

b) Erosão em sulco: caracteriza-se pela formação de sulcos em pequenas irregularidades do terreno, onde a enxurrada se concentra atingindo volume e velocidade suficientes para escavá-lo. É ocasionada por chuvas de alta intensidade, em terrenos íngremes e com longas pendentes e solos de alta erodibilidade.

c) Erosão em voçorocas: as voçorocas são ocasionadas por grandes concentrações de enxurrada que passam, ano após ano, no mesmo sulco e estes vão aumentando, gerando o deslocamento de grandes massas de solo com a formação de grandes cavidades em extensão e profundidade.

Bahia et al. (1992) ainda destacam a erosão vertical, que consiste no arrastamento de partículas em suspensão e materiais solúveis através do perfil do solo, onde características como a porosidade do solo, o grau de agregação, etc, exercem grande influência sobre a natureza e intensidade deste fenômeno.

2.3 FATORES DETERMINANTES DA EROSÃO

O processo erosivo e sua intensidade dependem principalmente das condições climáticas da região, fatores relacionados à topografia, cobertura do solo e às propriedades do mesmo, ou seja, a erosão hídrica depende da erosividade das chuvas e da erodibilidade do solo (GONÇALVES et al. 2002).

A erosividade da chuva é a capacidade desta em provocar erosão (ELTZ et al., 1997). Lemos e Bahia (1992) destacam que o potencial da chuva em causar erosão é função da quantidade, intensidade e duração da mesma. Essas características afetam o volume de enxurrada, determinando assim se o processo erosivo é maior ou menor desde que outros fatores (características do solo) sejam considerados constantes.

A erodibilidade de um solo é definida por Curi et al. (1993) como a sua susceptibilidade à erosão. Para Lima et al. (1992) é o efeito total de uma combinação particular das propriedades do solo, sendo altamente complexa e tornando alguns solos mais facilmente erodíveis que outros. Estes autores, apontam que os atributos que mais influenciam a erodibilidade são os que afetam a permeabilidade e a capacidade de armazenamento de água e aqueles que conferem ao solo resistência à dispersão, ao salpicamento, à abrasão e às forças de transporte da enxurrada.

Fatores como a textura representada pela proporção dos teores de areia, silte e argila, influenciam a erodibilidade do solo, sendo que existe uma tendência desta aumentar quando os teores de silte e areia fina aumentam. No entanto, teores mais elevados de argila e matéria orgânica geralmente, mas não obrigatoriamente, diminuem a erodibilidade. O teor de matéria orgânica, de acordo com Gonçalves et al. (2002) tem grande relação com a erodibilidade do solo. Nos solos que apresentam teores mais elevados, a capacidade de aglutinação de partículas é maior, favorecendo a capacidade de retenção de água e sua infiltração. Porém, o mesmo autor destaca que solos com teores muito elevados de matéria orgânica podem ter sua susceptibilidade à erosão aumentada devido ao tamanho pequeno dos grânulos (estrutura granular) e sua baixa densidade. Outra característica do solo importante para a determinação da erodibilidade é a sua estrutura do solo. Conforme Lima et al. (1992) ela influencia a velocidade de infiltração, a resistência à dispersão, deslocamento por salpico, abrasão, as forças de transporte e escoamento superficial.

O grau de declividade do terreno, a extensão e forma da encosta também são fatores determinantes em relação à erosão. A forma da encosta, dependendo de sua inclinação e sua curvatura, tem grande influência na convergência e/ou divergência das enxurradas. Segundo Resende (1985) a forma côncava da encosta favorece a convergência das águas contribuindo para um processo de erosão localizada, tendendo

à formação de sulcos e voçorocas, ocorrendo a deposição de sedimentos nas partes mais baixas do terreno. A forma convexa gera a divergência das águas, favorecendo a erosão mais uniforme e laminar, não ocorrendo deposição, sendo que sementes e nutrientes são retirados do sistema.

Para Gonçalves et al. (2002) o grau de declive influencia diretamente a velocidade da enxurrada, sendo que, quanto maior a declividade do terreno, maior a velocidade da enxurrada e sua capacidade de transporte de partículas maiores de solo. Também quanto maior a extensão livre da encosta, maior o volume e a velocidade da enxurrada e conseqüentemente seu poder erosivo.

2.4 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA EROSÃO

O monitoramento das perdas de solo por erosão hídrica é indispensável para o manejo adequado e sustentável em sistemas agrícolas, de pastagem e florestas, visto que a erosão hídrica é um dos fatores que mais contribuem para a queda da produtividade dos sistemas, em conseqüência da degradação do solo.

Para a estimativa das perdas de solo e água em determinado sistema de cultivo podem ser empregados métodos diretos (com perdas avaliadas diretamente no campo em parcelas de coleta de sedimentos) ou indiretos com base em modelos matemáticos com parâmetros definidos após intensa experimentação de campo.

Os métodos de avaliação direta contemplam a delimitação de parcelas experimentais, conjugadas com coletores de solo e água na parte mais baixa do terreno (BERTONI, 1949). Na avaliação indireta das perdas de solo destacam-se os modelos matemáticos como a Equação Universal das Perdas de Solo (EUPS) (WISCHMEIER; SMITH, 1965).

2.5 PERDAS DE SOLO E ÁGUA POR EROSÃO HÍDRICA

No Brasil, têm sido conduzidos trabalhos sobre as perdas de solo e água por erosão hídrica na área de silvicultura. Na área florestal destacam-se vários como o de Ranzini; Lima (2002), os quais verificaram que as perdas de um Podzólico Vermelho-Amarelo, em microbacias reflorestadas com eucalipto, variaram entre 0,03 e 0,08 t ha⁻¹, sendo consideradas insignificativas, quando comparadas com as perdas de solo de uma mata nativa e com o limite de tolerância estabelecido. Vital et al. (1999), observaram que, apesar de os valores de perdas de Podzólico Vermelho-Amarelo terem praticamente dobrado no primeiro ano depois do corte raso de eucalipto em uma microbacia, os valores de 0,04 t ha⁻¹ por ano foram ainda significativamente menores do que os decorrentes do uso mais intensivo do solo.

Estudando a eficácia da cobertura do solo na redução da erosão hídrica, vários autores obtiveram perdas de solo cerca de 80 % menores em cultivos com resíduos culturais mantidos na superfície, em relação às do preparo convencional. Também concluíram que, uma cobertura por resíduos culturais de 60 % da superfície resulta em acentuada redução da velocidade do escoamento superficial da água e em eficaz controle das perdas de solo, quando comparada à ausência de cobertura (BEUTLER et al. 2003).

Cardoso et al. (2004), estudando perda de solo e água por erosão hídrica em diferentes sistemas de cultivo, concluiu que a cobertura vegetal apresenta o seguinte comportamento em relação ao arraste do solo: solo descoberto>eucalipto>mata nativa. Neste trabalho os autores analisaram a perda de solo sob chuva natural em plantio de eucalipto (clones híbridos de *Eucalyptus grandis*) e mata nativa, utilizando o método da parcela padrão e dos pinos cravados no solo na mesma parcela, na área experimental da Aracruz Celulose no município de Aracruz – ES. Os tratamentos foram construídos em: eucalipto com idade de cinco anos e mata nativa, as parcelas-padrão apresentaram dimensões de respectivamente de 12,0 x 24,0 e 4,0 x 12,0 para obtenção das perdas de solo e água por erosão hídrica, por um período de cinco anos, onde encontraram as menores perdas na mata nativa, chegando a obter 0,02 t ha⁻¹ ano⁻¹, com o eucalipto se aproximando dos valores obtidos na mata nativa ao passar dos anos, chegando a

0,14 t ha⁻¹ ano⁻¹ no ultimo ano das coletas no experimento (o plantio estava com nove anos de idade), isto devido ao aumento da serrapilheira formada pelos resíduos orgânicos da cultura.

Pires et al. (2006), avaliaram as perdas de solo e água por erosão-hídrica, sob condições de chuva natural, no período de pós-plantio em diferentes sistemas de manejo de florestas de eucalipto, em um Latossolo Vermelho-Amarelo. Onde se obteve os maiores valores de perda de água no sistema de eucalipto plantado na direção do declive com queima de restos culturais, sugerindo que o fogo aumenta a repelência à água e diminui a taxa de infiltração de água no solo. Todos os sistemas de manejo de eucalipto avaliados neste trabalho apresentaram perdas de solo inferior ao limite de tolerância, no qual o eucalipto plantado em nível foi o que mais aproximou da mata nativa em relação a perdas de solo.

Segundo Maria¹ (1994 apud PIRES et al. 2006), as chuvas significativas, ou seja, chuvas consideradas erosivas são aquelas cujos registros se apresentam maiores que 10 mm, com intensidade máxima maior que 24 mm h⁻¹, em 15 minutos, ou energia cinética maior que 3,6 MJ.

Inácio et al. (2007), avaliaram as perdas de solo e água por erosão hídrica em pastagens e solo descoberto em um Chernossolo Argilúvico Órtico típico sob condições de chuva simulada, onde se verificou que o escoamento superficial no solo descoberto ocorreu no tempo de 0,7 e 1,8 minutos na área da parcela estudada. Por outro lado, o tempo para ocorrer o escoamento superficial foi maior para o solo com cobertura vegetal, variando entre 2,4 e 4,8 minutos na área da parcela estudada. Sugerindo que a superfície do solo descoberta fica exposta ao impacto direto das gotas de chuva, promovendo o selamento superficial, reduzindo a taxa de infiltração de água e, conseqüentemente, ocorre o início do escoamento superficial. De modo geral, as taxas de desagregação, foram maiores no solo descoberto relativamente ao solo com cobertura, independentemente do declive. Esse resultado indica o efeito da proteção promovido pela cobertura vegetal.

¹MARIA, I.C. de. Cálculo da erosividade da chuva. In: LOMBARDI NETO, F.; CASTRO, O.M. de; DECHEN, S.C.F.; VIEIRA, S.R.; MARIA, I.C. de. **Manual de programas de processamento de dados de campo e de laboratório para fins de experimentação em conservação do solo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1994. Não paginado.

Carvalho et al. (2007), avaliaram as perdas de solo e água por erosão hídrica sob diversos sistemas de manejo do cafeeiro e solo descoberto em um Latossolo Vermelho distroférrico típico sob condições de chuva natural. Onde se verificou que os valores de perda de solo em solo descoberto variam de 0,11 a 67,24 t ha⁻¹ por período de chuvas. Esses valores encontrados situam-se acima da tolerância admissível estabelecida para a classe de solo estudada, que é de 12,70 t ha⁻¹ ano⁻¹. Os valores observados nos sistemas de manejo da cultura do cafeeiro se apresentam bem abaixo da tolerância admissível para o solo estudado. Notando que o solo descoberto perde de 232 a 612 vezes mais sedimentos do que os solos nos diversos sistemas de manejo. Os valores de perdas de água para sistemas de manejo estão condizentes com as perdas de solo, ou seja, os sistemas que não apresentaram revolvimento do solo foram os que mostraram as menores perdas de água. A presença da palhada e plantas ainda vivas no solo favoreceram a um maior tempo de permanência da água no sistema e consequentemente sua menor perda. Esses baixos valores observados são altamente positivos do ponto de vista de aproveitamento de água no sistema, visto que no solo descoberto as perdas de água chegam até um quarto do volume precipitado no período.

2.6 EFEITOS CAUSADOS PELA EROSÃO HÍDRICA DO SOLO

O principal impacto da erosão hídrica do solo é a constante redução da produtividade do mesmo (BAHIA et al., 1992). Outro aspecto de grande relevância é que o aporte de sedimentos oriundos de áreas que sofrem erosão promove o assoreamento de rios e lagos, comprometendo a qualidade da água e alterando a vida aquática, principalmente pela eutrofização das águas (MARTINS et al., 2003).

As consequências da erosão hídrica do solo, conforme Lal (1998) e Hartanto et al. (2003) são manifestadas dentro do sítio específico (*on site*) e fora dele (*off-site*), sendo que, *on-site*, os efeitos podem ocorrer a curto prazo, ou seja, danos imediatos sobre o crescimento das plantas, tais como: o desenraizamento de mudas, perdas de solo e água, sementes e fertilizantes transportados pela enxurrada. A longo prazo, os

efeitos envolvem mudanças na qualidade do solo, impacto sobre o crescimento das plantas e produtividade futura. Os efeitos na qualidade do solo incluem: a redução da profundidade de enraizamento efetiva, redução na disponibilidade de água, diminuição do conteúdo de carbono orgânico e exposição do subsolo com menor fertilidade (LAL, 1998). Fora do local específico (*off-site*) o autor relata que os efeitos são complexos, manifestando mudanças ambientais adversas, inundações e outros danos a estruturas civis.

3 METODOLOGIA

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

O experimento foi instalado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - campus de São João Evangelista (IFMG – Campus São João Evangelista), localizada na bacia hidrográfica do Rio Doce (sub bacia do Suaçuí Grande), região Centro Nordeste do Estado de Minas Gerais. O clima é classificado, de acordo com Köppen (1948), como Cwa (inverno seco e verão chuvoso), sendo predominantemente nesta região o clima do tipo tropical, apresentando uma temperatura média mínima de 22°C e média máxima de 27°C por ano, precipitação média anual de 1.180 mm e a altitude média de 680 m.

A área onde o experimento foi instalado possui coordenadas 18° 32' 56" latitude Sul e 42° 45' 42" longitude Oeste e altitude do local é 753 m (Figura 1). A área atualmente cultivada com eucalipto (com 04 anos de idade) foi ocupada com pastagem há alguns anos, a qual foi se degradando paulatinamente e no ano de 2005 foi implantado a atual cultura. Esse é o primeiro cultivo de eucalipto no histórico desta área. Foi implantado em novembro de 2005 o clone híbrido de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* ("urograndis"), com o espaçamento de 3,0 x 3,0 m (mil cento e onze árvores por hectare), em covas feitas manualmente com enxadão (cultivo mínimo), com dimensões de 0,30 x 0,30 x 0,30 m. Depois do plantio foram feitas duas capinas manuais, no ano de 2006. Na adubação de plantio, foram utilizados 90 g de NPK (respectivamente, nitrogênio, fósforo e potássio) na formulação 6-30-6, 320 g de fosfato reativo, 1 kg de calcário por cova e 270 g de KCl (cloreto de potássio) por planta, aplicados em cobertura (depois do plantio).



Figura 1: Foto da área da floresta de eucalipto em estudo.
Fonte: Os autores.

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, com o horizonte A Proeminente, textura arenosa.

O local escolhido para a instalação da parcela experimental na floresta de eucalipto apresentou declividade média representativa da região, ou seja, a área escolhida apresenta um relevo predominante da localidade estudada. A declividade do local onde foi implantada a parcela experimental (parcela-padrão) é de 43%. Esses valores foram determinados usando-se clinômetro digital.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O tratamento utilizado foi constituído pelo seguinte sistema de cultivo: Clone Híbrido de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* (“urograndis”) com 48 meses de idade.

Foi instalada no campo a parcela-padrão (Figuras 2 e 3), com dimensão de 12 x 24 m no interior da floresta de Eucalipto, no sentido do declive, totalizando em 288 m². Essa parcela foi contornada com chapas galvanizadas com 0,40m de altura, sendo 0,20m na superfície do solo e enterradas com 0,20m de profundidade, para não haver desvio de água no solo que atrapalhasse as coletas de água e de solo. A parte inferior das parcelas continha calhas coletoras, das quais saíam tubos de plásticos de três polegadas para conduzir a enxurrada até os tanques de sedimentação com capacidade de 500 L e um tanque coletor de água e sedimentos com capacidade de 250 L. Entre o tanque de sedimentação e o tanque coletor havia um sistema divisor do tipo Geib com janelas para que, depois do enchimento do tanque de sedimentação, apenas 1/15 da enxurrada fosse conduzida para o coletor.

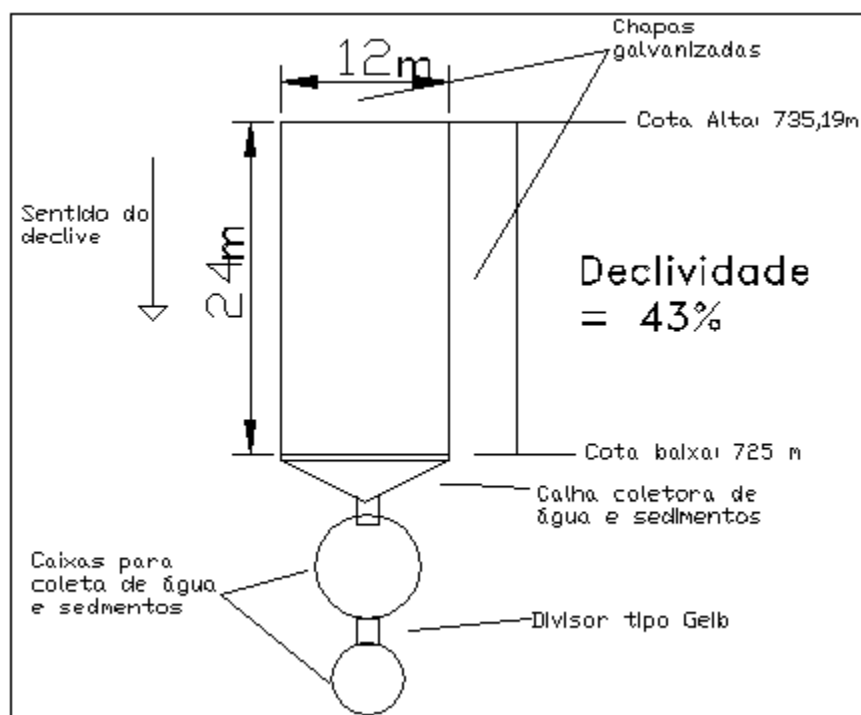


Figura 2: Desenho esquemático da parcela-padrão de coleta de água e solo.

Fonte: Os autores.



Figura 3: Foto da parcela-padrão de coleta de água e solo, instalada no campo
Fonte: Os autores.

As coletas para determinação das perdas de solo e água foram realizadas a cada evento de chuva considerada erosiva, no período compreendido entre janeiro e junho de 2009. As amostras foram retiradas dos tanques de coleta e depois foram agitadas e submetidas à decantação. Em seguida o material decantado foi seco em estufa a 105°C. Os cálculos das perdas de solo foram efetuados em termos de $t\ ha^{-1}$ e das perdas de água em mm, estes cálculos foram efetuados com auxílio do software MICROSOFT EXCEL[®] (2000). Os estudos de perdas de solo e água em parcelas-padrão não apresentam repetições de tratamentos.

Para análise pluviométrica (monitoramento das precipitações), foi instalado nas proximidades da parcela um pluviômetro de plástico (Figura 4).



Figura 4: Foto do pluviômetro de plástico instalado na proximidade da parcela
Fonte: Os autores.

Neste trabalho foram consideradas somente as precipitações significativas, ou seja, desprezaram-se as precipitações não significativas ocorrida no período em estudo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 5 representa a precipitação total no período de estudo considerada significativa (erosiva), totalizando em 714 mm nos meses de estudo. A precipitação concentrou-se no período de janeiro a abril, visto que os meses de maio e junho, não ocorreram chuvas consideradas significativas para este estudo.

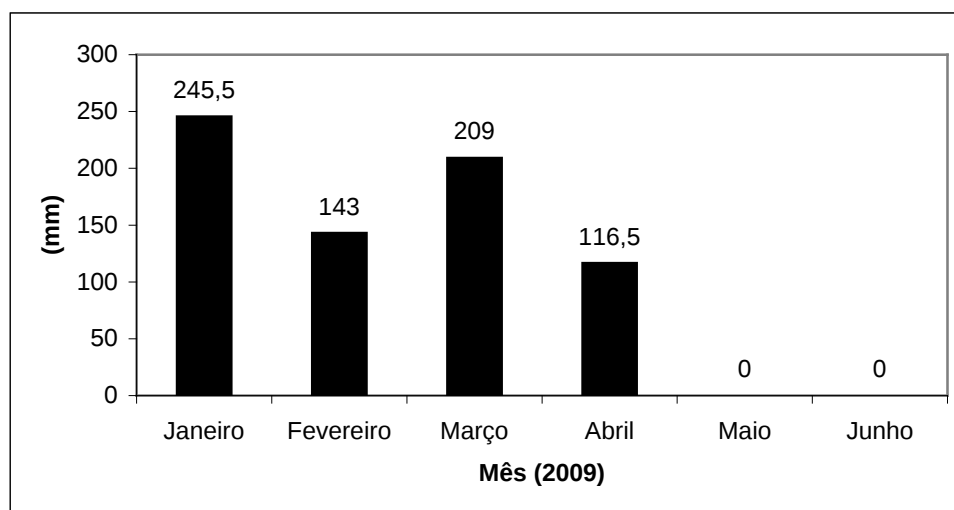


Figura 5: Precipitação pluviométrica (mm) considerada significativa, durante o período em estudo.
Fonte: Os autores.

Os maiores valores de perda de solo coincidiram com os meses de maior precipitação (Tabela 1), o que pode ser explicado pela alteração, no decorrer da chuva, das condições da superfície e da umidade do solo, quando ocorre o pico de maior intensidade, o solo está muito úmido, favorecendo a desagregação e o transporte das partículas de solo.

Tabela 1: Valores de perdas de solo ($t\ ha^{-1}$) por erosão hídrica, no período de Janeiro a Junho de 2009.

Meses	Perda de solo em ton/ha
Janeiro	0,2459
Fevereiro	0,0023
Março	0,0091
Abril	0,0026
Maio	0
Junho	0
Total do período	0,2599

Fonte: Os autores.

As perdas de solo apresentaram variação mensal de 0,0023 a 0,2459 t ha⁻¹. A partir destes valores obtidos estimou-se que a perda de solo anual na floresta equiânea de eucalipto estudada é de 0,5198 t ha⁻¹ por ano.

Comparando as perdas de solo com a tolerância admissível para esta mesma classe de solo em estudo (7,17 t ha⁻¹ por ano) determinada por Pires (2004) para este solo, observa-se que a floresta de eucalipto em estudo apresentou valor muito inferior.

Pires et al. (2006), na mesma classe de solo em estudo, estimou que a mata nativa apresenta valor médio de 0,109 t ha⁻¹ por ano, então, observa-se que a floresta de eucalipto apresentou um valor de perda de solo relativamente próximo ao de uma mata nativa, indicando, assim, sustentabilidade do cultivo de eucalipto em um latossolo vermelho-amarelo distrófico.

Os valores obtidos para perdas de água variaram entre 0,93 e 3,90mm (Tabela 2) e representam cerca de 1,17% da precipitação acumulada no período de estudo, considerada erosiva, que foi na ordem de 714 mm. Estes baixos valores de perdas de água, obtidos no sistema de eucalipto, são altamente positivos, tendo-se em mente que o relevo é ondulado, a precipitação média anual não é elevada (1.180 mm) e o período seco é relativamente extenso, o que é comum na região.

Tabela 2: Valores de perdas de água (mm) por erosão hídrica, no período de Janeiro a Junho de 2009

Mês	PERDAS DE ÁGUA (mm)
Janeiro	3,90903
Fevereiro	0,93167
Março	2,55931
Abril	0,96469
Maio	0,00000
Junho	0,00000
TOTAL	8,36469

Fonte: Os autores.

De posse destes valores de perda de água, estimou-se que a perda de água anual na floresta em estudo é de 16,73 mm. Valores muito próximos a este foram encontrados por Pires et al. (2006) trabalhando com a mesma classe de solo, em floresta nativa onde obteve valor de perda de água cerca 14,78 mm ao ano. Esta baixa perda de água anual estimada evidencia uma satisfatória eficiência na redução das

perdas hídricas por enxurrada na floresta de eucalipto. Portanto, deve-se ressaltar que este tipo de estudo exige tempo maior para confiabilidade na estimativa, e validação dos resultados encontrados.

Na floresta de eucalipto em estudo, o escoamento superficial variou entre 0,25 e 2,42 % do total de cada evento de precipitação considerada erosiva (Tabela 3). Valores superiores a estes foram verificados em área com reflorestamento de eucalipto por Martins et al. (2003). Ressalta-se que os meses de Maio e Junho não tiveram precipitação considerada significativamente erosiva, por este motivo esses valores não foram explicitados na Tabela 3.

Tabela 3: Valores de escoamento superficial (%), de volume de água infiltrada mais evaporada por hectare (em m³) e do volume de água escoada por hectare (em m³), obtido em cada evento de chuva considerada significativa.

	Precipitação (mm)	Escoamento Superficial (%)	Volume de água Infiltrada mais evaporada por ha (m ³)	Volume de água escoada por ha (m ³)
JANEIRO	17,5	2,29	170,99	4,01
	95	2,43	926,95	23,05
	22	1,64	216,40	3,60
	23	0,30	229,31	0,69
	22	0,34	219,26	0,74
	50	1,32	493,40	6,60
	16	0,25	159,60	0,40
FEVEREIRO	29	0,56	288,38	1,62
	42,5	0,71	421,96	3,04
	29	0,56	288,38	1,62
	42,5	0,71	421,96	3,04
MARÇO	17	0,69	168,82	1,18
	15	0,75	148,88	1,12
	17	0,69	168,82	1,18
	29	0,81	287,64	2,36
	33	0,73	327,61	2,39
	98	1,77	962,64	17,36
ABRIL	25	0,92	247,69	2,31
	29	1,04	286,98	3,02
	30	0,74	297,78	2,22
	17,5	0,73	173,73	1,27
	15	0,55	149,17	0,83

Fonte: Os autores.

Preferiu-se não estabelecer uma equação de regressão para o escoamento superficial em função da precipitação devido, entre outras coisas, ao baixíssimo coeficiente de determinação encontrado, apresentando uma equação estatisticamente não significativa. Para uma equação com maior confiabilidade da estimativa de escoamento superficial, será necessário um período maior de estudo, com um número maior de dados coletados, o que extrapola o objetivo deste trabalho.

Os valores de volume de água escoada por hectare foram muito inferiores aos valores de volume de água infiltrada mais a água evaporada. Estes valores encontrados são próximos aos de uma mata nativa como analisado por Lourenção; Honda (2007). Esses mesmos autores obtiveram resultados evidenciando que, o escoamento superficial de uma floresta equiânea de eucalipto apresenta um volume de água escoada cerca de 37 vezes menor que um solo descoberto, indicando ser um sistema de cultivo ótimo no que diz respeito à retenção da água da chuva, sendo ambientalmente correto quando comparado com a mata nativa (se aproximando) e com o solo descoberto (com valores extremamente inferiores).

Nas figuras 6 e 7 são apresentados os resultados da tabela 3 com valores médios mensais. Por meio desses resultados mensais pode-se afirmar que, devido ao clima da região propiciar um verão chuvoso, os meses de janeiro, fevereiro e março apresentam uma maior concentração do escoamento superficial no período estudado, consequentemente, um maior arraste das partículas sólidas da superfície do solo originando a formação de erosão laminar. Devido à cobertura vegetal consideravelmente densa que é formada pela floresta de eucalipto, e a boa infiltração que o sistema radicular que esta vegetação propicia, o escoamento superficial é quase insignificante e é praticamente nula a formação de erosão no solo. Em função do clima da região em estudo, como descrito anteriormente, a partir do mês de abril há uma baixa pluviosidade, com isso, o volume de água escoada foi menor, mas quando se relaciona com a quantidade total de precipitações, este mês apresentou valores de escoamento superficial equivalente à média dos meses anteriores.

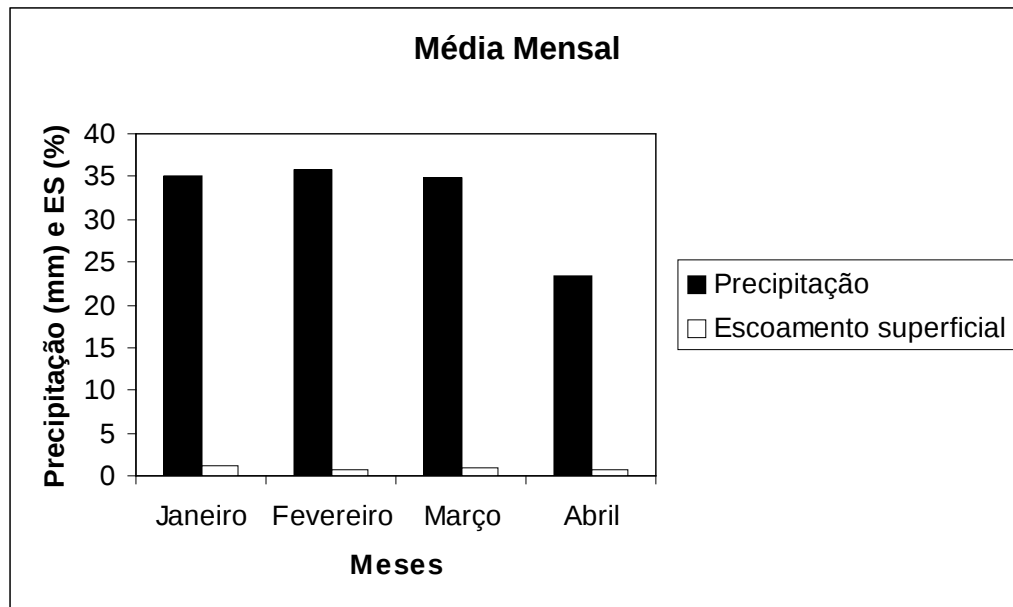


Figura 6: Média mensal referente à relação da precipitação com o escoamento superficial.
Fonte: Os autores.

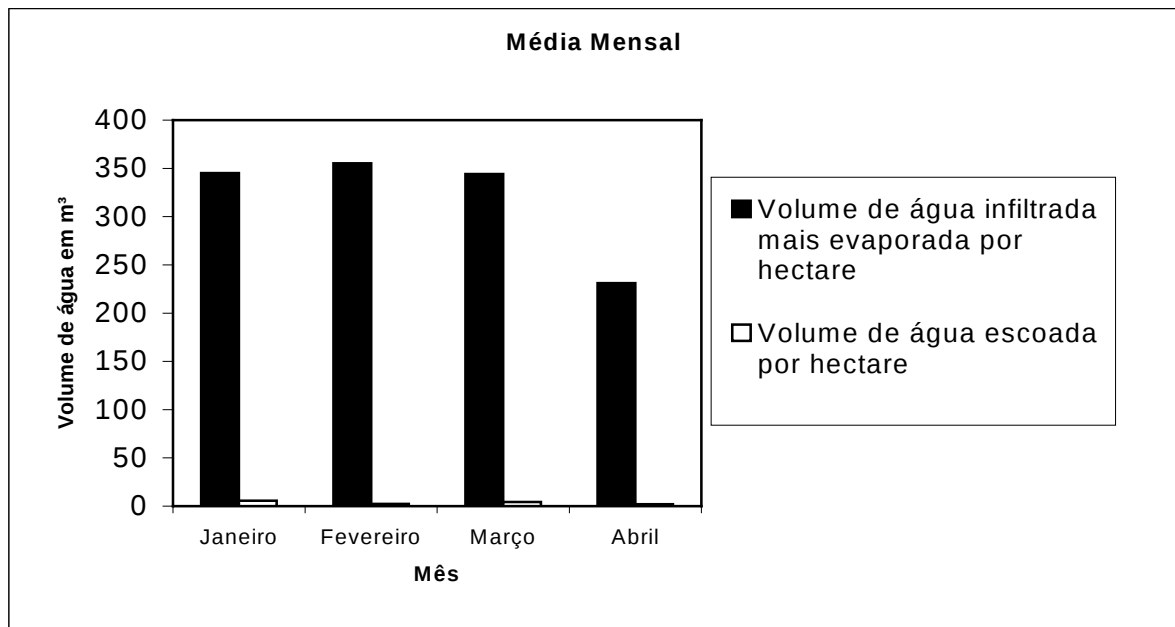


Figura 7: Média mensal referente à relação do volume de água infiltrada + evaporada e volume de água escoada (por hectare).
Fonte: Os autores.

5 CONCLUSÃO

A floresta equiânea de eucalipto apresentou valores de perda de solo e água muito baixos em relação ao limite de tolerância estabelecido para o tipo de solo em estudo, evidenciando uma sustentabilidade do sistema de reflorestamento com eucalipto em um latossolo vermelho-amarelo distrófico, no contexto de erosão hídrica.

REFERÊNCIAS

ANTONANGELO, A. **Identificação dos riscos de erosão em estradas florestais através de sistema de informações geográficas**. Botucatu. 2004. 100 f. Tese de Doutorado. UNESP.

BAHIA, V. G. et al. Fundamentos de erosão do solo (tipos, formas, mecanismos, fatores determinantes e controle). **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v. 16, n. 176, p. 25-31, 1992.

BERTONI, J. Sistemas coletores para determinações de perdas por erosão. **Bragantia**, v. 9, p.147-155, 1949.

BEUTLER, J. F. et al. Perdas de solo e água num latossolo vermelho aluminosférico submetido a diferentes sistemas de preparo e cultivo sob chuva natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 509-517, 2003.

CARDOSO, D. P. et al. Erosão hídrica avaliada pela alteração na superfície do solo em sistemas florestais. **Scientia Forestalis**, v. 16, p. 25-37, dez. 2004.

CARVALHO, R. et al. Erosão hídrica em latossolo vermelho sob diversos sistemas de manejo do cafeeiro no sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1679-1987, nov/dez, 2007.

CURI, N.; LARACH, J. O. I.; KÄMPF, N.; MONIZ, A. C. e FONTES, L. E. F. **Vocabulário de Ciência do Solo**. p. 90, Campinas/ SP, 1993.

ELTZ, F.L.F; COGO, N.P.; MIELNICZUK, J. Perdas por erosão em diferentes manejos de solo e coberturas vegetais em solo laterítico Bruno-avermelhado dsitrófico (São Jerônimo): I – resultados do primeiro ano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 1, n 2/3, p. 123-127, maio/dez. 1997.

GONÇALVES, J. L. M. et al. Manejo de resíduos vegetais e preparo do solo. **Conservação e cultivo de solos para plantações florestais**. Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais –IPEF. Cap. 3 , p. 133-204, Piracicaba, S.Paulo, 2002.

GUADAGNIN, J. C. et al. Perda de solo, água e nitrogênio por erosão hídrica em diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, p. 277-286, 2005.

HARTANTO, H. et al. Factors affecting runoff and soil erosion: plot – level soil loss monitoring for assessing sustainability of forest management. **Forest Ecology and Management**. v.180. p. 361-374, 2003.

INÁCIO, E. S. B. et al. Quantificação da erosão em pastagem com declives na microbacia do Ribeirão Salomea. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 4, p. 355-360, 2007.

KÖPPEN, W. Climatologia: Com um estúdio de los climas dew la tierra. México: FCE, 1948. p. 482-487.

LAL, R. Agronomic consequences of soil erosion. **Soil Erosion at Multiple Scales – Principle and Methods for Assessing Causes and Impacts**. F.W.T. Penning de Vries, F. Agus, J.Kerr. Queensland, Australia. cap.10, p.149-160. 1998.

LEMO, M. S. S.; BAHIA, V.G. Erosividade da chuva. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 16, n. 176, p. 25-31, 1992.

LIMA, P. M. P. et al. Princípios de erodibilidade do solo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v 16, n 176, p. 38- 43, 1992.

LOMBARDI, N. F.; BERTONI, J. **Tolerância de perdas de terra para alguns solos de estado de São Paulo**. Campinas, Instituto Agrônômico, SP, 1975. 12p. (Boletim Técnico, 28).

LOURENÇÃO, A.; HONDA, E.A. Influência do reflorestamento com essências nativas sobre a infiltração da água e a velocidade do escoamento superficial. **Instituto Florestal Séries Registros**, São Paulo, n. 31, p. 33-37, jul. 2007.

MARTINS, S.G. et al. Perdas de solo e água por erosão hídrica em sistemas florestais na região de Aracruz (ES). **Revista brasileira de ciência do solo**, v. 27, n. 3, p. 395-403, 2003.

MICROSOFT EXCEL. Maicrosoft Corporation. Versão 7. 2000.

PIRES, L.S. **Sistemas de manejo de eucalipto e erosão hídrica em Latossolo Vermelho-Amarelo muito argiloso na região de Belo Oriente (MG).** 2004. 84p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

PIRES, L. S. et al. Erosão hídrica pós-plantio em florestas na região centro-leste de Minas Gerais. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 71, n. 4, p. 687-695, abr. 2006.

RANZINI, M.; LIMA, W.P. Comportamento hidrológico, balanço de nutrientes e perdas de solo em duas microbacias reflorestadas com *Eucalyptus*, no Vale do Paraíba, SP. **Scientia Forestalis**, v. 61, p. 144-159, 2002.

RESENDE, M. Aplicações de conhecimentos pedológicos à conservação de solos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.11, n.128, p. 38-54, 1985.

VITAL, A. R. T. et al. Biogeoquímica de uma microbacia após o corte raso de uma plantação de eucalipto de 7 anos de idade. **Scientia Forestalis**, v. 55, p. 17-28, 1999.

WISCHMEIER, W.H.; SMITH, D.D. PREDICTING RAINFALL-EROSION LOSSES. WASHINGTON,1965. (AGRICULTURE HANDBOOK, 537).

This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.